



Рис. 2. Спектры шума от основных источников во внешнем поле экскаватора: 1 – гидравлическая система; 2 – выпуск; 3 – моторный отсек (через панели ограждения капота); 4 – моторный отсек (через нижний проем); 5 – всасывание; 6 – суммарный шум

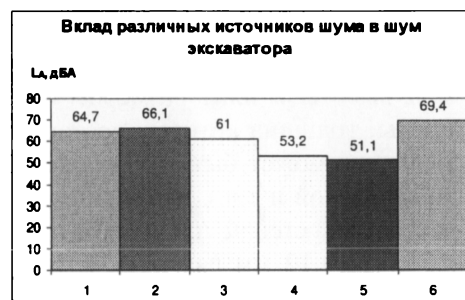


Рис. 3. Вклад различных источников шума с учетом каналов его проникновения во внешнее поле (рабочий режим): 1 – гидравлический отсек; 2 – выпуск; 3 – моторный отсек (через панели ограждения капота); 4 – моторный отсек (через нижний проем); 5 – всасывание; 6 – суммарный шум, полученный расчетом

Данные, приведенные на рис. 3, не только наглядно иллюстрируют картину шумообразования, но и позволяют разработать комплекс рекомендаций для снижения шума, а также определить численные требования к каждому элементу шумозащиты. При разработке шумозащиты принимается во внимание, что внешнее звуковое поле формируется тремя основными источниками (1-3 на рис. 3). Требования к элементам шумозащиты определяются с учетом законов сложения шума источников.

Так, например, для снижения внешнего шума на 5 дБА необходимо сделать следующее: установить глушитель шума на выпуске с дополнительной эффективностью 8 дБА (вклад шума выпуска снизится до 58,1 дБА); установить на гидронасосы капот с дополнительной эффективностью 8 дБА (вклад гидронасосов станет 56,7 дБА), а также увеличить эффективность звукоизолирующего капота моторного отсека на 4 дБА (вклад шума от моторного отсека уменьшится до 57 дБА). Суммируя новые УЗ источников 1-3 с вкладами источников 4 (53 дБА) и 5 (51 дБА), получаем около 63 дБА, т.е. снижение внешнего шума составило порядка 5,5 дБА.

Библиографический список

1. Отчёт о научно-исследовательской работе «Исследование перспективных и серийных конструкций гидромашин новыми методами с целью улучшения их эргономических показателей» (заключительный). Тема 33/83. № гос. рег. 01830070895. Книга III. НПО ВНИИСтройдормаш. -М.: 1985.- 286 с.

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА БЕЗ РАЗВОДКИ ВОЗДУХОВОДОВ

П.В. УСТЬЯНЦЕВ, Е.А. МАЛЯР

ФГАОУ ВПО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

В проектах зарубежных офисных зданий такие системы распространены достаточно давно. В России делаются попытки внедрить подобные системы («Охта-центр» г. Санкт-Петербург, ММДЦ «Москва-сити», здание «Вальсирующая пара» г. Москва). Этот тип систем можно отнести к центральным системам кондиционирования. Принцип действия системы заключается в том, что центральный кондиционер подает воздух в пространство подвешенного потолка или фальшпола. В покрытии фальшпола установлены воздухораспределители, через которые воздух выходит из-под пространства фальшпола или подвешенного потолка в помещение.

Появление таких систем и широкое их распространение в иностранных проектах стало осуществимым благодаря появлению фальшполов и подвесных потолков. Это конструкции высокой плотности и с малым воздухопроницаем. Однако потолки более дороги, чем полы, и такие системы менее распространены. При подаче воздуха из-под фальшпола, при

достаточной высоте помещений (более 3 м согласно [1]), появляется возможность использовать вытесняющую вентиляцию.

Фальшполы современной конструкции состоят из металлического каркаса регулируемой высоты и плит размером 60×60 см. Плиты изготавливаются из древесно-стружечной плиты, толщина которых составляет 5-6 см. Внешняя поверхность плит, обращенная в помещение, может быть изготовлена согласно заданию дизайнеров (покрыта ковром, ламинатом, краской и т.д.). Внутренняя поверхность покрыта оцинкованной сталью. В местах прижима к стенам предусматривается уплотнение. Каркас представляет собой стойки диаметром 10-12 мм из стали, которые имеют нижнее круглое основание из стального листа толщиной 1,5-2 мм для установки на поверхность черного пола и верхнее опорное основание для укладки плит пола. Оба основания круглые, присоединены к стойке на сварке. Для укладки одной плитки необходимо 4 стойки.

Основным отличительным признаком таких систем является отсутствие каналов для транспорта воздуха от центрального агрегата до воздухораспределителей. Пространство под фальшполом либо за подвесным потолком имеет достаточно большую площадь сечения, благодаря чему воздух движется в нем с относительно малыми скоростями (0,1-0,5 м/с) и, как следствие, потерями давления (0,1-0,2 Па). Потери давления в воздухораспределителях относительно велики (в десятки и сотни раз больше) по сравнению с потерями давления в пространстве фальшпола. В связи с этим, равномерное распределение воздуха по всем воздухораспределителям гарантировано без дополнительных устройств, с помощью которых обеспечивается увязка давления и расхода в сетях. Следует отметить, что высота фальшпольного или запотолочного пространства должна быть не менее 100 мм.

Агрегат для обработки и подготовки воздуха следует располагать максимально близко к обслуживаемому помещению либо в пределах обслуживаемого помещения в шумоизолированном исполнении. Агрегат должен иметь пониженный уровень шума. Компоновка теплообменных и массообменных аппаратов должна определяться расчетами изменений состояния воздуха в помещении.

Для систем с фальшполами должны использоваться воздухораспределители с высокоэффективным перемешиванием воздуха для минимизации объема зоны с недопустимо высокими параметрами струи воздуха. Воздухораспределители являются элементами пола, поэтому должны иметь конструкцию, обладающую достаточной механической прочностью для восприятия расчетных нагрузок на пол. Иностранные производители предлагают воздухораспределители, которые при расчетном режиме работы ограничивают размеры такой зоны в пределах (условно) цилиндра диаметром 30-40 см и высотой 10 см. Предлагаемые воздухораспределители различаются по внешнему виду и форме. В плитах фальшпола производитель по заказу предусматривает отверстия для воздухораспределителей. При дискомфорте, связанном с избыточными параметрами струи, практически в любом офисном помещении воздухораспределитель можно переместить на большее расстояние от человека, заменив плиты фальшпола местами. Это также актуально при свободной планировке офисов. Возможно устройство персонального приточного воздухораспределителя для каждого рабочего места.

При использовании подачи воздуха из-под фальшпола желательно придерживаться основных правил проектирования вытесняющей вентиляции [2]. Расход воздуха должен быть не менее расхода в конвективных струях от теплоисточников в данном помещении, расход свежего воздуха – не менее чем по норме на 1 человека [1]. Для уменьшения расхода наружного воздуха можно использовать понижающий коэффициент теплового «кокона» человека [2]. Данный эффект описан теоретически, и условиями его существования будет затопление нижней зоны помещения подготовленным относительно прохладным свежим воздухом. Соответственно, при конвективном теплообмене около поверхности человека возникает восходящий конвективный поток воздуха, который подпитывается свежим воздухом из нижней зоны помещения. Это позволит уменьшить необходимое количество наружного воздуха при обеспечении того же качества воздуха в зоне дыхания человека и, как следствие, экономить ресурсы на обработке наружного воздуха. Удаление воздуха в этом случае следует производить из верхней зоны помещения, где будет наблюдаться «тепловая подушка» – воздух с

высокой температурой и степенью загрязнения. Необходимость применения разводки воздуховодов вытяжного воздуха может зависеть от размеров помещения. Благодаря повышенной разности температур вытяжного и приточного воздуха также уменьшится воздухообмен по явной теплоте. При расчете расхода воздуха следует помнить об ограничении перепада температур по высоте рабочей зоны [3]. Не существует простой однозначной методики определения градиента температур воздуха по высоте помещения при подаче воздуха с пола. До конца не ясным остается вопрос о переохлаждении нижней зоны помещения и влиянии данного фактора на здоровье людей.

Благодаря тому, что приточный воздух контактирует с перекрытием можно использовать перекрытие в качестве емкости для запаса холода летом при понижении температуры наружного воздуха в ночное время и т.д. При этом следует обеспечить прекращение подачи воздуха в помещении после его достаточного охлаждения, замкнуть контур циркуляции наружного воздуха на перекрытие. Однако теплообмен с перекрытием может повлиять отрицательно на регулируемость и управляемость системы. Особенно на воздухораспределители, расположенные в самых отдаленных от агрегата местах. При малых скоростях движения воздуха температура его около бетонной плиты будет согласно расчету по [4, 5] определяться температурой активного теплообменного слоя самой плиты, а не установленной температурой на агрегате.

Возможно преобразование данной системы в мультizonальную (вплоть до каждого рабочего места) при условии дооборудования персональных воздухораспределителей следующими элементами: теплообменниками, вентиляторами, клапанами. Зарубежные производители предлагают специальные доводчики для фальшпола, или просто можно установить под покрытие вентиляторные доводчики без корпуса. Рассмотрим применение персональных доводчиков поэлементно, постепенно усложняя его конструкцию.

Наиболее простой вариант. Для зонального нагрева воздуха, а также для большей управляемости системы (см. выше о тепловой инерции бетона), воздухораспределители снабжают местными теплообменниками – электронагревателями малой мощности (0,3–1 кВт). В случае желания человека увеличить температуру окружающего воздуха, он сможет включить нагреватель на своем воздухораспределителе. При этом будет обеспечено локальное быстрое увеличение температуры.

В случае желания пользователя уменьшить температуру окружающего воздуха, такая возможность может быть обеспечена на центральном агрегате, и при этом переохлаждаться придется всем. Первыми переохлаждение почувствуют те, кто находится близко от агрегата (те, кто не желает переохлаждаться включают воздухонагреватели), а те, кто обслуживается воздухораспределителями на периферии, и вовсе могут не дожидаться, пока температура слоя бетона изменится.

Для создания персонального эффекта охлаждения на некотором ограниченном количестве точек потребления холода может быть предусмотрено оснащение персональных воздухораспределителей вентиляторами. Получаем в дополнение к нагревателю следующий функциональный элемент, усложняем доводчик и делаем его более функциональным. С помощью данного вентилятора расход воздуха через персональный воздухораспределитель будет увеличен, и человек должен получить индивидуальное конвективное переохлаждение за счет увеличения, в основном, подвижности воздуха. Это может быть слабо ощутимо при воздухораспределителях с повышенной интенсивностью перемешивания, скорее ощутимо будет увеличение уровня шума или неприятного дутья.

Для поддержания общего баланса расходов в пространстве фальшпола, не уменьшая расхода воздуха на нейтральных воздухораспределителях (где вентиляторы выключены) при включении вентиляторов более чем на 10 % от общего количества точек потребления холода, следует увеличить расход воздуха на источнике – центральном агрегате. Соответственно, центральный агрегат и местные вентиляторы должны работать взаимосвязано, что усложняет саму систему и управление ею.

В связи с тем, что данная система воздушно-воздушная, то расход холода связан с расходом свежего воздуха, что ограничивает свободу независимого регулирования расхода холода и расхода воздуха. Для уменьшения расхода воздуха и создания количественно регули-

руемой системы, в зависимости от потребности на персональных воздухораспределителях могут быть предусмотрены клапаны с приводом на персональных воздухораспределителях. С помощью данных клапанов можно уменьшать расход воздуха на персональных воздухораспределителях, когда люди достаточно охлаждены, либо когда они отсутствуют на своих рабочих местах. В этом случае нужно также увязывать работу клапанов с работой центрального агрегата обработки воздуха. Для создания данной системы следует использовать фальшпол с гарантированной низкой воздухопроницаемостью.

Таким образом, наиболее функциональный и сложный доводчик на каждом воздухо-распределителе содержит следующие элементы: теплообменник, вентилятор, клапан с приводом. Можно дополнить все это фильтром. Система в этом случае должна быть сбалансирована по расходам и давлению воздуха в пространстве фальшпола с центральным агрегатом.

Современные средства автоматизации позволяют организовать управление расходом воздуха и параметрами воздуха по желанию пользователя рабочего места с персонального компьютера, установленного на данном рабочем месте.

Кроме того, при неизолированных перекрытиях и применении подпольной раздачи воздуха по принципу вытесняющей вентиляции трансмиссионные потери холода через бетон могут достигать 30%. Иностранные авторы упоминают об образовании конденсата и плесени в бетоне и на его поверхности. Данный негативный фактор может быть связан именно с контактом двух воздушных сред с разными параметрами: подготовленного осушенного воздуха и теплого влажного загрязненного воздуха из «тепловой подушки» через бетонную стенку. Ведь потенциалы для тепломассообмена велики, а стенка из бетона обладает небольшим сопротивлением теплопередаче и конечным сопротивлением паропрооницанию. Очевидно, через стенку будут наблюдаться потоки теплоты и водяного пара, параметры которых можно определить по [6]. Произведенные расчеты показали, что для офисного помещения высотой 3,7 м температура приточного воздуха составляет 18°C, относительная влажность 70 %; температура удаляемого воздуха 27°C относительная влажность 40 %. Расход воздуха на одно рабочее место, согласно расчетам, получился равным 100 м³/ч.

Не однозначен ответ на вопрос о поднятии пыли с поверхности пола при работе систем. В иностранной практике эксплуатации таких систем данный негативный эффект не отмечается.

Из вышесказанного можно сделать следующие выводы. При использовании в качестве центральной однозональной системы кондиционирования рассмотренная система достаточно комфортна и сравнительно более рациональна, по сравнению с классическими системами с воздуховодами. С учетом того, что поверхность бетонной плиты при малых скоростях воздуха превращается в теплообменник с большой инертностью и массообменное устройство, система может быть нерациональной при мультizonальном регулировании и излишне инертной при потребности в эффективном быстром управлении.

Библиографический список

1. СНиП 41-01-2003 Отопление вентиляция и кондиционирование/Госстрой России. М.: ФГУП ЦНС, 2004. 54 с.
2. Хакон Скистад, Элизабет Мундт, Питер Нильсен и др. Вытесняющая вентиляция в производственных зданиях –М.: НП АВОК, 2006 - 104 с., ISBN: 5-98267-024-3
3. ГОСТ 30494-96 «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях» официальное издание МНТКС - М.: Госстрой России, ГУП ЦПП, 1999
4. Богословский В. Н. Б74 Строительная теплофизика (теплофизические основы отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха): Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1982. 415 с., ил.
5. Исаченко В. П. и др. Теплопередача. Учебник для вузов, Изд. 3-е, перераб. и доп. М., «Энергия», 1975 488 с. с ил.
6. СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий/ официальное издание М.: ФГУП ЦПП, 2004